

ИССЛЕДОВАНИЕ экологического состояния ПРИРОДНЫХ ВОД **ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ**

Химический состав и экологические особенности природных вод Оренбургской области формируются под влиянием природных и техногенных факторов. Воды гидрокарбонатного состава в лесостепной ландшафтно-климатической зоне закономерно сменяются на сульфатные и хлоридно-гидрокарбонатные в степной и лесостепной зоне. В условиях техногенеза в системе вода – порода – газ – живое вещество установлено накопление супертехнофильных элементов в водах водозаборов. Даны технические решения (патенты) с целью стабилизации экологической ситуации.



Введение

Географическое положение региона

Западная часть Оренбургской области занимает северное обрамление Прикаспийской впадины, а восточная приурочена к южным отрогам Уральских гор. Среднегодовое за многолетие количество осадков в 2-3 раза уступает величине испаряемости (рис. 1)

В степных районах растительность и животный мир сосредоточены у водоемов (рис. 2). Качество транзитных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, лучше местных из неоген-палеогеновых и мезозойских пород, сохранивших реликты морского солевого комплекса от трансгрессий палеогенового и верхнемелового времени. В лесостепных районах более богатая растительность создает и более комфортные условия жизни (рис. 3).

Площадь области составляет 123,75 тыс. км². Хозяйственно-питьевое водоснабжение на 88,8 % осуществляется за счет пресных подземных вод, а промышленное на 73 % за счет поверхностных вод [1]. Основная часть территории области приурочена к бассейну р. Урал, северо-запад области тяготеет к Волжскому бассейну, а на крайнем востоке расположена область внутреннего стока с озерами Шелкар-Ега-Кара и Жетыколь и небольшой участок бассейна р. Тобол. Состав вод области формируется под влия-

А.Я. Гаев*,
доктор геолого-минералогических наук, профессор, директор, Институт экологических проблем гидросферы при ГОУ ВПО Оренбургский государственный университет

Ю.М. Погосян,
младший научный сотрудник, аспирант, Институт экологических проблем гидросферы при ГОУ ВПО Оренбургский государственный университет

нием естественноисторических и техногенных факторов.

Экологическое воздействие на природные воды

Проявляется через все компоненты природного комплекса и систему вода - порода-газ - живое вещество. Крупными источниками загрязнения служат энергетические предприятия типа Сакмарской ТЭЦ (рис. 4).

Источники загрязнения подразделяются на: 1) промышленные, 2) геотехнологические, 3) сельскохозяйственные агрохимические и зоотехнологические, 4) энергетические и гидротехнические, 5) транспортные, 6) селитебные или бытовые и 7) военные. На состав вод влияют также: 1) процессы растворения гипсово-соленосных отложений и выноса на поверхность глубинных флюидов; 2) ореолы рассеяния от не разрабатываемых полезных ископаемых; 3) некондиционные воды и рассолы [2]. Каждой группе источников загрязнения вод соответствуют определенные загрязняющие вещества. На урбанизированных территориях интенсивное загрязнение водоемов и водозаборов вызвано, в частности, супертехнофильными элементами (рис. 5).

* Адрес для корреспонденции: gayev@mail.ru

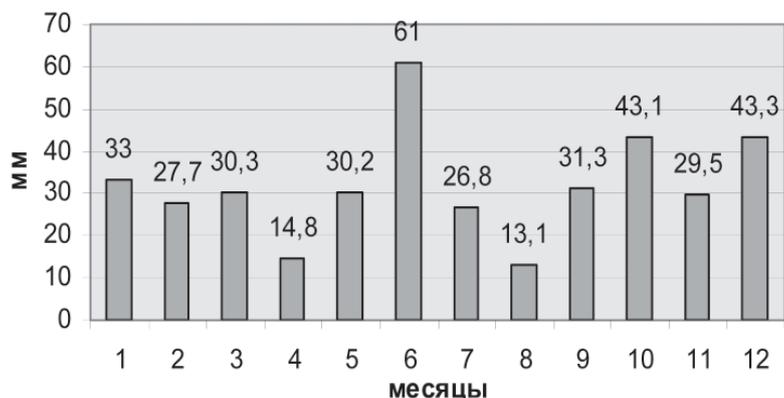


Рис. 1. Средние многолетние значения осадков. Сумма осадков изменяется от 464 мм (2001 г.) до 332 мм (2002 г.). Выявлены месяцы с самым большим количеством осадков (61 мм в июне) и с самым маленьким (13,1 мм в августе), рассчитанным по средним многолетним значениям.



Рис. 2. Низовья долины р.Сакмара.

Рис. 3. Вид лесостепи.



Рассолы от разработки месторождений нефти и газа, каменной соли и выщелачивания подземных емкостей в платформенных районах не поддаются очистке. На Урале в загрязненных водах преобладают сульфаты тяжелых металлов, которые поддаются очистке на геохимических барьерах. Интенсификация сельскохозяйственного производства с удобрениями и ядохимикатами увеличивает концентрации в водах нитратов, сульфатов, пестицидов и др., особенно вблизи ферм и площадей с избыточным внесением удобрений. Концентрации азота в водах превосходят ПДК в десятки и сотни раз. Загрязнение природных вод зависит от плотности распределения и масштабов проявления источников загрязнения и концентрации загрязняющих веществ в их ареалах. Устойчивость в растворе загрязняющих веществ определяет возможности их обезвреживания. Воды с повышенной минерализацией относятся к трудно-очищаемым. Они закачиваются в продуктивные и поглощающие горизонты. Слабо минерализованные воды утилизируются на сельскохозяйственных полях орошения. Наиболее загрязнены участки животноводческих и свиноводческих комплексов, птицефабрик, ферм и сельхозугодий с избыточным внесением мочевины и органических удобрений, где концентрации азота в водах превышают ПДК в сотни раз. Предприятия и хозяйства Оренбургской области нуждаются в больших объемах хозяйственно-питьевой и технической воды, являясь при этом источниками загрязнения водоемов. Нефтедобывающие предприятия загрязняют воды в платформенной части

области, а горнорудные в горно-складчатой. Разведано 205 месторождений подземных вод и 65 % их запасов в бассейне р. Урал [3]. Прогнозные эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод области составляют 5,38 млн. м³/сут, с обеспеченностью разведанными запасами 0,91 м³/сут на 1 чел. Из них 44,7 % ресурсов сосредоточено в аллювиальном водоносном горизонте, 15,4 % в татарском и 17,4 % в казанском водоносном комплексе. Модули потенциальных ресурсов (1,0 л/с с км²) снижаются на востоке области (Домбаровский, Светлинский, Ясенский и Адамовский районы) до ≤ 0,1 л/с с км². Дефицит воды усугубляется неравномерностью стока. До 96 % годового стока приходится на весеннее половодье [4]. Для аккумуляции паводкового стока в области построено 1758 водохранилищ.

Н.П. Галянина,
аспирант кафедры
автомобильных дорог,
преподаватель
кафедры геологии,
ГОУ ВПО
Оренбургский
государственный
университет

Е.Б. Савилова,
аспирант кафедры
геологии,
преподаватель
кафедры геологии,
ГОУ ВПО
Оренбургский
государственный
университет

Потребность в воде нефтепромыслов удовлетворяется на 71 % (50,135 тыс. м³), а на перспективу 2020 г. – менее чем на 40 %. Объем водопотребления на нефтегазоносной части территории области составляет 427,455 тыс. м³/сут, а доля нефтяников в водопотреблении и сбросе сточных вод не превышает 12 %. Острый дефицит воды в 4508,5 тыс. м³/год ощущается в системах заводнения нефтяных месторождений. Используются некондиционные воды зоны активного водообмена и пресная вода из подруловых водозаборов по р. Самара в объеме до 360 тыс. м³/год. В зоне активного водообмена минерализация вод не превышает 1,0 г/л, но там, где у поверхности залегают отложения с сульфатными минералами или реликтами морского солевого комплекса, минерализация вод достигает 1- 5 г/л, а на юге региона – 8 г/л.

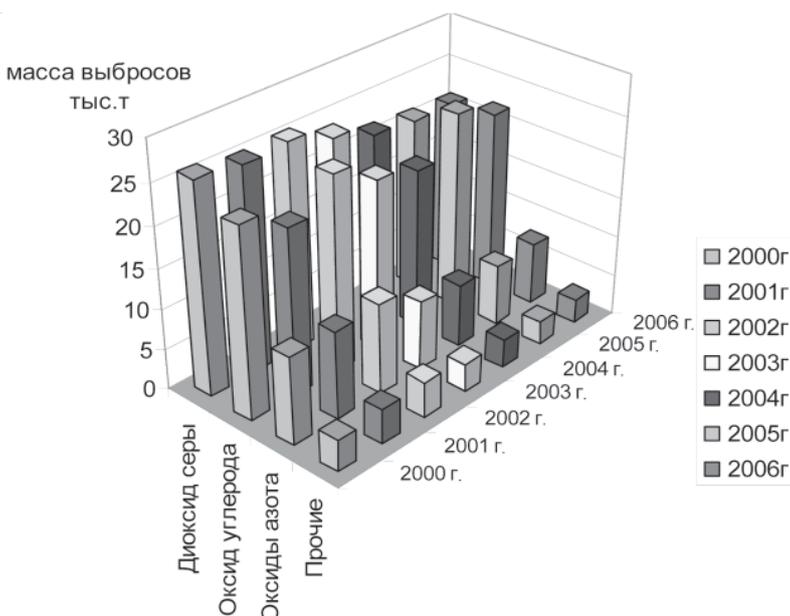


Рис. 4. Характеристика выбросов Сакмарской ТЭЦ в атмосферу за период 2000-2006 гг., стабилизировавшихся в настоящее время.

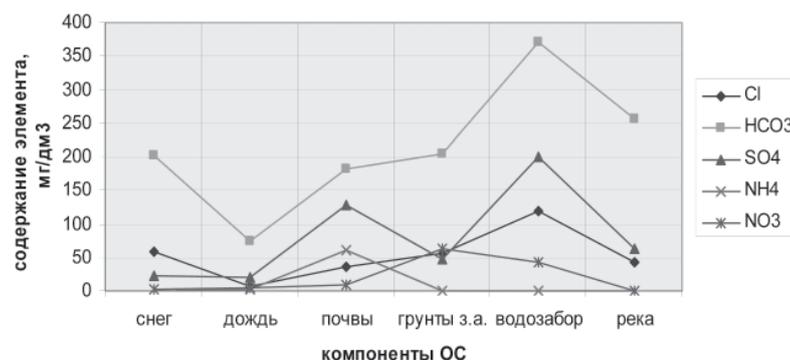


Рис. 5. Содержание супертехнофильных элементов в различных компонентах окружающей среды.

Результаты и их обсуждение

На территории области выделены артезианские бассейны и своды, гидрогеологические массивы и адмассивы. Наиболее водообильны районы, сложенные закарстованными карбонатными породами, зарегулированность стока из которых выше, чем в незакарстованных в 2-3,5 раза. Водообильность карбонатных пород возрастает на локальных, унаследованно тектонически развивающихся поднятиях. Основное водохозяйственное значение имеет аллювиальный водоносный горизонт в бассейнах рек Урал и Самара с мощностью аллювия до 30 м. Аллювий состоит из песков, гравия и галечников, переслаивающихся с глинами и суглинками. Коэффициент фильтрации в песках варьирует в интервале 0,5-30 м/сут, а в гравии и галечниках - 20-200 м/сут. Дебиты скважин достигают 50-100 м³/сут, а групповых водозаборов 2-3 тыс. м³/сут. На горно-складчатом Урале пресные воды сульфатного и карбонатного типов по классификации Н.С. Курнакова-М.Г. Валяшко развиты до глубин 500-800 м с температурой 4-6 °С и водорастворенными газами с азотом, кислородом и углекислотой. При погружении в краевых и внутренних областях в составе вод появляются метан и сероводород. Эффективность взаимодействия инфильтрационных вод с породами зависит от длительности их контакта. От лесостепной зоны к сухостепной увеличиваются минерализация вод и концентрации хлорид-иона (до 32-620 мг/л) и сульфат-иона (120-1945), щелочных металлов (до 63-413 мг/л), кальция (до 30-600) и магния (17-156 мг/л).

**Ключевые слова:**

экологическая
ситуация,
мониторинг,
природные
и техногенные
факторы

Растет и относительная роль хлоридов и сульфатов до 35-74 % и щелочных металлов — до 18-54 %. В приподнятых районах Южного Урала, сложенных древними хорошо промытыми от солей морского солевого комплекса породами, содержание хлоридов и сульфат-ионов составляет, соответственно, 5 и 15 мг/л, а щелочных металлов — 10-13 мг/л при минерализации 0,24-0,35 г/л. При смене в предгорьях карбонатного типа вод на сульфатно-натриевый и хлоридно-магние-вый содержание хлоридов и сульфатов растет, соответственно, до 100-455 и 340-360 мг/л, а щелочных металлов — до 245 мг/л при минерализации до 1,5 г/л.

На горно-складчатом Урале до глубины 10-60 м развиты регионально-трещинные воды зоны выветривания, играющие роль области питания трещинно-жильных и трещинно-карстовых вод. Открытые тектонические трещины прослежены до глубин 400-800 м. Наиболее водоносны карстующиеся известняки в зонах с активными тектоническими движениями и в зонах контактов с некарстующимися породами. Трещинные воды разгружаются в долинах рек и в аллювиальный водоносный горизонт. И карстовые и аллювиальные воды имеют большое практическое водохозяйственное значение.

В Магнитогорско-Орском горнодобывающем районе установлено три типа вертикальной химической зональности вод. В вулканогенно-осадочных породах преобладают пресные воды сульфатно-натриевого подтипа с небольшими дебитами, которые возрастают в случае трещинно-жильных вод до 10-30 л/с. Воды в мезозойских и кайнозойских осадках хотя и относятся к тому же подтипу, но минерализация их достигает 10-20 г/л. Среди анионов преобладают хлориды и сульфаты, а из катионов — натрий. Из-за слабой водоносности они не существенно влияют на химический состав вод водоемов и палеозойских пород. Карбонатные массивы относительно невелики, но активные суффо-

зионно-карстовые процессы за период с верхнепермской эпохи сформировали карстовые коллекторы значительной емкости. Благодаря пониженному в рельефе положению они аккумулируют значительные ресурсы вод. В карстовых пустотах есть остаточные продукты суффозии с реликтами морского солевого комплекса от периодов морских трансгрессий. Жесткость и минерализация их повышены, но в пределах санитарных норм.

Верхнесакмарско-Саринский район расположен в неширокой полосе оренбургского Урала в пределах бассейна р. Урал и частично внедряется в южную часть Башкортостана и Челябинской области. Он приурочен к поднятиям Зилаирского и Саринского плато с осадочно-метаморфическими образованиями вторичных кварцитов, кристаллических сланцев, кварцито-песчаников и пр. К западу они сменяются структурами Западно-Уральской зоны складчатости, где нижнепалеозойские образования моноклинально перекрываются средне- и верхнепалеозойскими породами вплоть до пермских. В составе этих пород большую роль играют карбонатные и терригенно-карбонатные разности, дебиты источников в которых составляют 3-20 м³/ч, а на Блявинском карьере давали водопритоки в 1000 м³/сут. Химический состав подземных вод отличается пестротой за счет недостаточной промытости пород от солей морского солевого комплекса. Минерализация сверху вниз по разрезу возрастает и при достижении 1 г/л карбонатный тип переходит в сульфатный с преобладанием сульфатов. В вулканогенно-осадочных породах, содержащих ≥ 4 % сульфидов, воды приобретают кислую реакцию среды и сульфатный состав. Вниз по разрезу минерализация их возрастает до 5-9 г/л и они приобретают хлоридный тип. В осевой зоне Урала преобладают весьма пресные воды карбонатного типа, сменяющиеся в предгорьях и в южном направлении сульфатно-натриевыми, хлоридно-магниевыми водами и даже водами хлоридного типа. От возвышенных участков к понижениям рельефа, а также от лесостепной зоны к сухой степи растет степень карбонатности пород от 5-10 до ≥ 30 %. Карбонаты и сульфаты входят в состав ионно-солевого комплекса карбонатно-глинистого цемента пород и в виде зерен и агрегатов кальцита, доломита, гипса и пирита. В сухостепной зоне растет минерализация вод, общая жесткость, концентрации сульфатов и хлоридов, превращая воды в некондиционные для использования. На границе с Прикаспием большую роль приобретает соляная тектоника. Пресные воды

гидрокарбонатного и сульфатно-гидрокарбонатно-натриевого состава сосредоточены в триасовых отложениях. При их погружении воды приобретают хлоридно-натриевый состав и минерализацию у соляных куполов до 35 г/л.

Качество вод также определяется составом пород. При контакте с юрскими глинами состав вод изменяется от пресных гидрокарбонатных до сульфатно-хлоридных с минерализацией до 26,9 г/л. Дефицит атмосферных осадков (250-300 мм/год) при испарении с водной поверхности до 800-850 мм, низкая проницаемость пород и слабая расчлененность рельефа затрудняют формирование ресурсов пресных подземных вод. Но и на юге региона пресные гидрокарбонатные воды выявлены в нижнетриасовых, татарских и казанских отложениях. На западе, в бортовой части нижеказанского некомпенсированного прогиба, где выклиниваются пласты сосновской и гидрохимической свит с гипсами и ангидритами, хлоридные воды и рассолы повышают даже минерализацию вод рек Чаган, Башкирка, Каневская Башкирка, Солянка и Грязнушка до 2 г/л при пестром химическом составе вод.

Ингрессия моря по долинам рек в плиоцене способствовала формированию естественных барражей подземных вод в верхнепермских и мезозойских породах, в связи с чем, сформировался бассейн пресных вод с перетоком их в более глубокие горизонты. На северо-востоке платформы в загипсованных породах казанского возраста сформировались воды гидрокарбонатно-сульфатного, сульфатно-кальциевого и магниево-кальциевого состава с минерализацией 1-5 г/л, а на юге территории и в Предуральском прогибе

до 8 г/л с сульфатно-хлоридным и хлоридно-натриевым составом.

На возвышенностях Общего Сырта и на горно-складчатом Урале хорошо проявляется высотная поясность. Минерализация вод в южном направлении растет, и гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-сульфатные воды сменяются на гидрокарбонатно-хлоридные и хлоридные. Более приподнятые в рельефе районы характеризуются меньшей минерализацией и содержанием сульфатов и хлоридов, но наличием органических веществ. На формирование вод влияет и литологический фактор - в известняках доминирует гидрокарбонатно-кальциевый состав, а в доломитах и доломитизированных известняках содержание магния в водах достигает 25-90 мг/л вместо обычных 8-16 мг/л.

Система мониторинга и результаты контроля за деятельностью техногенных объектов Мониторинг поверхностных вод в области проводится на 15 реках, двух водохранилищах, в 23 пунктах и 35 створах по 42 показателям. Воды повсеместно загрязнены тяжелыми металлами, соединениями азота, нефтепродуктами, сульфатами, хлорорганическими пестицидами и органическими веществами..

Хорошее качество установлено только для подземных вод на площадях с лесонасаждениями и зонами рекреации. Лесные насаждения в области уцелели на площади чуть больше 4 % и чаще встречаются на севере. При загрязнении утрачивается качество вод, а их устойчивость к загрязнению вместе с модулем водного стока снижается к южным районам, где строительство экологически опасных сооружений ведет к более серьезным последствиям. Наиболее опасными источниками загрязнения служат нефтепро-



мысли. Здесь теряется до 0,5 % добываемой нефти. В регионе разрабатывается 107 месторождений нефти и газа. Установлена высокая аварийность на продуктопроводах с утечками нефти в водоемы. Ежегодно в области происходит от 3 до 5 тыс. порывов продуктопроводов с загрязнением десятков тыс. м² и уничтожением почвы.

Содержание нитратов в водах региона достигает умеренно-опасного уровня (до 240 мг/л), особенно в водах колодцев и родников (до 130,5 мг/л). Нитрат- и нитрит-ионы, аммоний-ион, поступающие с сельскохозяйственными и бытовыми загрязнениями, относятся к III и II классам опасности, вызывая у детей и молодняка животных метгемоглобинемию (синюю болезнь) и нарушение обмена веществ. В водах также выявлены железо, медь, свинец, цинк, молибден, мышьяк. В естественных условиях на основе 700 анализов установлено, что содержание меди, свинца, цинка, молибдена и мышьяка в водах с минерализацией ≥ 1 г/л возрастает. При наличии органических веществ содержание железа (III класс опасности) превышает ПДК. При снижении Eh железо переходит в хорошо растворимые закисные соединения. Высокий кларк железа в обломочных породах (5-6 %) обеспечивает его концентрацию в водах до 24 мг/л. Регион относится к остро дефицитным по содержанию фтора в питьевой воде (0,01-0,97 мг/л, в среднем 0,32, а в 11 районах 0,16-0,28 мг/л).

В районах разработки твердых полезных ископаемых загрязнение вод обусловлено наличием в составе руд и пород сульфидов и дисульфидов. При их окислении формируются сернокислые воды. На Гайском медно-колчеданном месторождении минерализация рудничных вод достигла 270 г/л, а глубины развития зоны окисления ≥ 600 м. Воды насыщены сульфатами, свободной серной кислотой, металлами и компонентами пород. Площадь депрессионной воронки вокруг Гайского месторождения достигла 35 км². Сформировались воды, по составу неизвестные в природе. В трещинных водах месторождения наряду с кислотами накапливаются и щелочные металлы, переходя в раствор из вмещающих пород; образуется свободная серная кислота и закисное железо переходит в окисное, ускоряя окисление пирита. Рудничные воды содержат высокие концентрации сульфатов и тяжелых металлов. При взаимодействии с породами кислые воды обогащаются щелочными металлами и приобретают нейтральную реакцию среды и карбонатный тип. При свободном доступе кислорода окисление сульфидов интенсифицируется. Минерализация вод при этом воз-

растает на два-три порядка. Тяжелые металлы образуют вокруг рудных тел ореолы медистых опалов, малахита, азурита, каламина, хризоколлы и зону вторичного обогащения руд.

Заключение

Водоснабжение ряда населенных пунктов до сих пор осуществляется за счет поверхностных вод низкого качества. Рекомендуется перейти к магазинированию подземных вод у водохранилищ, способных восполнять их ресурсы. Разработаны методические и технические решения, направленные на определение локализации загрязнения у водохозяйственных объектов и получены патенты на систему для очистки загрязненного нефтью грунта [5], способ локализации загрязнений при эксплуатации водозаборов [6], устройство барьерного типа перед водозабором [7] и установку совмещенного вертикального и горизонтального

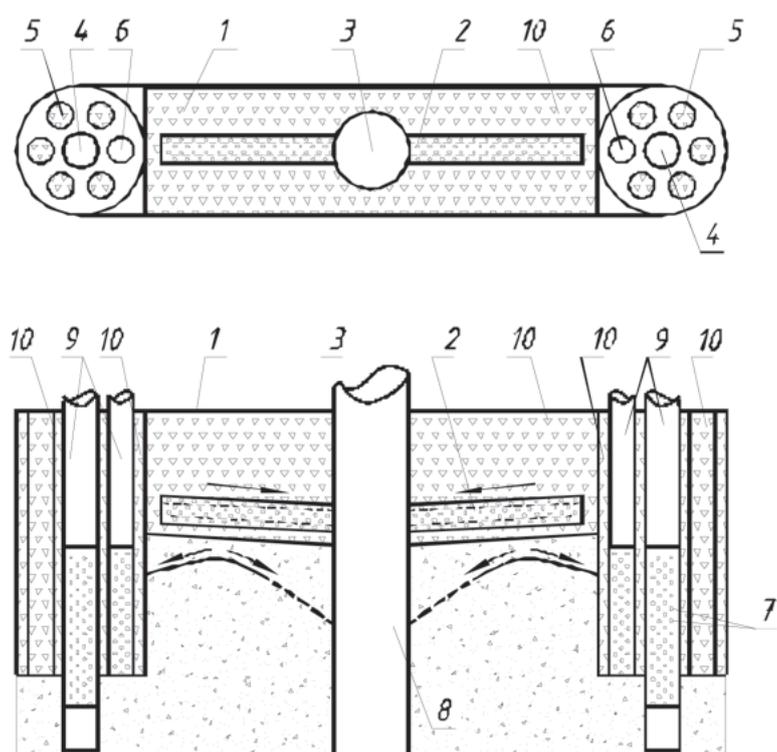


Рис. 6. Установка вертикального дренажа с целью перехвата загрязняющих веществ (патент РФ № 47914 [8]).

1 - горизонтальная дренажная выработка с трубой, заполненная песчано-гравийной смесью или щебнем; 2 - дренажная труба с перфорацией; 3 - выводная труба; 4 - эксплуатационные скважины с погружными насосами; 5 - специальные скважины с щебнистой засыпкой; 6 - наблюдательная скважина-пьезометр; 7 - интервалы перфорации фильтра в эксплуатационных и наблюдательных скважинах; 8 - колодец для сбора загрязненных вод; 9 - обсадные трубы; 10 - щебнистый заполнитель.

дренажа при локализации загрязненных флюидов [8] (рис. 6).

Для успешного применения этих технологий нами выполнена оценка уязвимости территории к загрязнению с использованием методов экспертной оценки [2]. Устойчивость подземных вод к загрязнению уменьшается от лесостепной ландшафтно-климатической зоны к степной и сухостепной зонам и от приподнятых в рельефе районов к пониженным. Воды, обладающие значительными напорами в татарском ярусе верхней перми, могут служить резервом питьевых вод для Оренбурга и ряда районов области.

Литература

1. О состоянии поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Оренбургской области за 2007 год. Информационный бюллетень. Изд-во Правительства Оренбургской обл., Оренбург, 2008. 197 с.
2. Гаев А.Я. Экологические основы водохозяйственной деятельности (на примере Оренбургской области и сопредельных районов) / А.Я. Гаев, И.Н. Алферов, В.Г. Гацков и др. // Пермь: изд. Перм. ун-та, 2007. 327 с.
3. Информационный бюллетень о состоянии геологической среды на территории Оренбургской области в 1997–2006 гг. Вып. 1–10. Оренбург: ОАО «Вотемиро» 1997–2006.

4. Чибилев А.А. Бассейн Урала: история, география, экология. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 312 с.

5. Пат. 66702 РФ / Клейменова И.Е., Беликова Н.Г., Гаев А.Я. Система для очистки загрязненного нефтью или нефтепродуктом грунта/Заявлено 27.09.2007. Опубликовано: Бюл. № 27. Приоритет 27.10. 2007.

6. Пат. № 130071 РФ/ Гаев А.Я. Кузнецова Е.В., Алферов И.Н., Фоминых А.А., Почечун В.А. Способ локализации загрязнений при эксплуатации водозаборов хозяйственно-питьевого назначения/ Заявлено 11.10.2004. Опубликовано: Бюл. №. 35. Приоритет. 11.10.2004.

7. Пат. № 55382 РФ / Гаев А.Я., Алферов И.Н., Алферова, Н.С., Лихненко Е.В. Устройство барьерного типа перед водозабором пресных подземных вод. / Заявлено 10.08.06. Опубликовано: Бюл. №. 25. Приоритет 10.08.06.

8. Пат. № 47914 РФ / Гаев А.Я., Алферов И.Н., Лихненко Е.В., Локоткова Н.С. Установка совмещенного вертикального и горизонтального дренажа при локализации загрязненных флюидов / Заявлено 30.05. 2005. Опубликовано: Бюл. №. 25. Приоритет 30.05.2005.

A.Ya. Gayev, Yu.M. Pogosyan, N.P. Galyanina, E.B.Savilova

ECOLOGICAL CONDITION OF NATURAL WATERS IN ORENBURG REGION

Chemical composition of natural waters in Orenburg region have been formed under influence of natural and technogenic factors. Hydro carbonate waters regularly change south waters on sulphate and

chloride-hydro carbonate ones. The accumulation of super technophile elements has been determined under conditions of techno genes. Some technical solutions are suggested to make the ecological situation stable.

Key words: ecological situation, monitoring, natural and technogenic factors